



SKRIPSI

AKTIVITAS BIOLOGI *Bacillus* sp. PADA OPTIMALISASI PERTUMBUHAN TERBAIK



Oleh :

ALYA TIASMA SIMBOLON
11682200849

UIN SUSKA RIAU

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2021

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

SKRIPSI

**AKTIVITAS BIOLOGI *Bacillus* sp. PADA OPTIMALISASI
PERTUMBUHAN TERBAIK**



Oleh :

ALYA TIASMA SIMBOLON
11682200849

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk melaksanakan mendapatkan gelar Sarjana Pertanian**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2021**



HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Aktivitas Biologi *Bacillus* sp. pada Optimalisasi Pertumbuhan Terbaik
 Nama : Alya Tiasma Simbolon
 NIM : 11682200943
 Program Studi : Agroteknologi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Menyetujui,
 Setelah diuji pada tanggal 24 November 2020

Pembimbing I

Ir. Mokhammad Irfan, M.Sc.

NIK. 130 817 114

Pembimbing II

Rita Elfianis, S.P., M.Sc.

NIK. 130 817 006

Mengetahui:

Dekan,
 Fakultas Pertanian dan Peternakan



Dr. Ewan S.Pt., M. Sc., Ph.D
 NIP. 19760904 199903 1003

Ketua,
 Program Studi Agroteknologi

Dr. Syukria Ikhsan Zam
 NIP. 19810107 200901 1008

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan tim penguji ujian
Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
dan dinyatakan lulus pada tanggal 24 November 2020

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Dr. Ahmad Taufiq A, M.Sc	KETUA	
2.	Ir. Mokhamad Irfan, M.Sc.	SEKRETARIS	
3.	Rita Elfianis S.P., M.Sc.	ANGGOTA	
4.	Dr. Syukria Ikhsan Zam	ANGGOTA	
5.	Novita Hera, S.P., M.P.	ANGGOTA	

UIN SUSKA RIAU



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya berupa skripsi ini adalah asli yang merupakan hasil penelitian saya dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun (sarjana, tesis, disertasi dan sebagainya) baik di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni penelitian saya sendiri dengan arahan tim dosen pembimbing dan hak publikasi di tangan penulis dan pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarangnya dan dicantumkan pula di daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan saya ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma hukum yang berlaku di perguruan tinggi dan Negara Republik Indonesia.

Pekanbaru, September 2020
Yang membuat pernyataan,



Alya Tiasma Simbolon
NIM. 11682200839

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Persembahkan

Alhamdulillah.. Alhamdulillah.. Alhamdulillahirobbil'alamin...

Segala puji dan syukur aku ucapkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala yang mana Kau berikan aku akal yang mampu untuk berpikir untuk menuntut ilmu dan segala kenikmatan yang Kau berikan kepada ku sehingga aku bersyukur atas nikmat yang Kau berikan kepada ku.

Serta beriring salam aku hadiahkan kepada baginda kita yaitu Rasullaah Muhammada Shallallahu 'Alahi Wa Sallam yang mana telah membawa kita dari zaman kegelapan menjadi zaman terang benderang serta dari zaman kebodohan menjadi zaman yang berilmu.

Apa saja di antara rahmat Allah yang dianugerahkan kepada manusia, maka tidak ada yang dapat menahannya; dan apa saja yang ditahan-Nya maka tidak ada yang sanggup untuk melepaskannya setelah itu. Dan Dialah Yang Maha Perkasa, Maha Bijaksana.

(QS : Fatir 2)

Wahai manusia! Ingat lah akan nikmat Allah kepadamu. Adakah pencipta selain Allah yang dapat memberikan rezeki kepadamu dari langit dan bumi ? Tidak ada Tuhan selain Dia; maka mengapa kamu berpaling (dari ketauhidan) ?

(QS : Fatir 3)

Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan ?

(QS : Ar-Rahman 13)

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sebuah langkah awal dari cita-cita yang aku lewati ini
Semua hanya untuk Ayah dah Ibu ku tersayang
Dan...

Penantian yang selama ini Ayah dan Ibu tunggu
Akhirnya telah tersampai juga pada waktunya
Tetapi semua ini belum akhir dari segalanya
Melainkan awal dari satu perjuangan untuk masa depan

Ku persembahkan karya tulis ini hanyalah untuk Ayah dan Ibu
yang tak henti mendoakan anaknya dan kepada kakak dan
adikku yang selalu memberikan motivasi kepada ku.

Ibu...

Ibu adalah sebagai penguat hati ini yang selalu berdoa di setiap sujudnya
untuk keberhasilan dan kesuksesan anaknya.

Ibu tidak pernah ingin melihat anaknya dalam keadaan susah
Ia selalu berkorban untuk kebahagiaan anaknya
Tanpa mengenal pamri

Ayah...

Orang yang selalu memberi nasehat kepada anaknya untuk selalu berusaha
dan bekerja keras dan jangan pantang menyerah.

Keringat yang bercucuran deras yang mengalir dari tubuh mu
Merupakan perjuangan untuk kebahagiaan anak-anak mu

Tidak mengenal lelah dan letih di pikiran mu yang terpikir hanyalah
kebahagian keluarga dan anak-anak mu.

UIN SUSKA RIAU



UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu 'alaikumwarahmatullahiwabarakatuh

Alhamdulillahirabbil 'alamin, segala puji bagi Allah *Subbhanahu Wata'ala* yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat beriring salam untuk junjungan kita Baginda Rasulullah Muhammad *Shalallahu Alaihi Wasallam*.

Skripsi yang berjudul “Aktivitas Biologi *Bacillus* sp. pada Optimalisasi Media Pertumbuhan”. Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini tak lupa penulis menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Orang tua penulis ayahanda Ali Maju Simbolon (Alm), Ukok Marpaung dan Ibunda Halimah Chaniago, atas segala pengorbanan yang telah dilakukan, atas doa dan restu yang selalu mengiringi langkah penulis. Semoga Allah SWT selalu melindungi, serta membalas dan meridhoi segala pengorbanan yang telah diberi kepada penulis.
2. Bapak Edi Erwan, S.Pt., M.Sc., Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Irwan Taslapratama, M.Sc. Selaku Wakil Dekan I, Ibu Dr. Triani Adelina, S.Pt., M.P. Selaku Wakil Dekan II dan Bapak Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr., selaku Wakil Dekan III Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Dr. Syukria Ikhsan Zam sebagai Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, sekaligus sebagai penguji I yang memberikan arahan dan masukan dalam penulisan skripsi dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.



5. Bapak Ir. Mokhamad Irfan, M.Sc. Sebagai pembimbing I yang memberikan ide, arahan dan motivasi dengan tidak bosan-bosannya kepada penulis hingga selesainya penulisan skripsi ini.
6. Ibu Rita Elfianis S.P., M.Sc. sebagai pembimbing akademik sekaligus pembimbing 2 yang telah memberikan motivasi, saran dan masukan kepada penulis yang membuat skripsi ini menjadi lebih baik dari sebelumnya,.
7. Ibu Novita Hera, S.P., M.P. yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis yang membuat skripsi ini menjadi lebih baik dari sebelumnya,.
8. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Agroteknologi dan staf Fakultas Pertanian dan Peternakan yang memberikan ilmu serta kemudahan penulis selama berkuliah di Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Riau.

Penulis berharap semoga segala hal yang telah diberikan kepada penulis ketika berkuliah akan dibalas Allah SWT, dan dimudahkan segala urusan.

Wassalamu'alaikumwarahmatullahiwabarakatuh.

Pekanbaru, November 2020

Penulis

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



RIWAYAT HIDUP

Alya Tiasma Simbolon dilahirkan pada Tanggal 31 Agustus 1998 di Medan, Sumatra Utara. Lahir dari pasangan Bapak Ali Maju Simbolon (Alm) dan Ibu Halimah Chaniago dan merupakan anak pertama dari 4 bersaudara. Mengawali pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 2004 di MI Dinul Hasanah, Kecamatan Balai Jaya, Kabupaten Rokan Hilir, Riau dan lulus pada tahun 2010.

Pada Tahun 2010 melanjutkan pendidikan ke MTs Musthafawiyah Purba Baru, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatra Utara dan lulus pada Tahun 2013. Kemudian pada Tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di MA Dinul Hasanah, Kecamatan Balai Jaya, Kabupaten Rokan Hilir, Riau dan lulus pada tahun 2016.

Pada Tahun 2016 melalui Penelusuran Bibit Unggul Daerah (PBUD), penulis diterima menjadi Mahasiswa pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pada Bulan Juli sampai dengan Agustus 2018 melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Balai Benih Induk Hortikultura, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Bulan Juli sampai dengan Agustus 2019 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sumber Jaya, Kecamatan Singingi Hilir, Kabupaten Kuantan Singingi, Riau. Penulis melaksanakan penelitian bulan Januari sampai dengan bulan April 2020 dengan judul penelitian “Aktivitas Biologi *Bacillus* sp. pada Optimalisasi Media Pertumbuhan”. di bawah bimbingan Bapak Ir. Mokhamad Irfan, M.Sc. dan Ibu Rita Elfianis, S.P., M.Sc.

Pada tanggal ... Bulan ... dinyatakan lulus dan berhak menyandang gelar Sarjana Pertanian melalui sidang tertutup Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu Wata'ala* karena berkat segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Aktivitas Biologi *Bacillus* sp. pada Optimalisasi Media Pertumbuhan”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif kasim Riau.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Ir. Mokhamad Irfan, M.Sc. sebagai dosen Pembimbing I dan Rita Elfianis, SP., M.Sc. sebagai dosen pembimbing II yang telah banyak memberi bimbingan, petunjuk dan motivasi sampai selesainya skripsi ini. Kepada seluruh rekan-rekan yang telah banyak membantu penulis di dalam penyelesaian skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, penulis ucapkan terimakasih dan semoga mendapat balasan dari Allah *Subhanahu Wata'ala* untuk kemajuan kita semua dalam menghadapi masa depan nanti.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua untuk masa kini maupun untuk masa yang akan datang.

Pekanbaru, November 2020

Penulis

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

AKTIVITAS BIOLOGI *Bacillus* sp. PADA OPTIMALISASI PERTUMBUHAN TERBAIK

Alya Tiasma Simbolon (11682200849)
dibawah bimbingan Mokhammad Irfan dan Rita Elfianis

INTISARI

Bacillus sp. merupakan bakteri yang memiliki banyak manfaat dalam dunia pertanian diantaranya sebagai pupuk hayati dan pestisida hayati. Salah satu upaya untuk membuat pupuk hayati dan pestisida hayati diperlukan media pertumbuhan yang tepat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas biologi *Bacillus* sp. pada optimalisasi pertumbuhan terbaik. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Suska Riau pada bulan Januari hingga April 2020. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif, yaitu optimisasi media pertumbuhan (karbon, nitrogen dan *inducer*), optimalisasi waktu pertumbuhan (24,48,72, 96 jam) dan uji aktivitas biologi (uji pelarutan fosfat dan agen biokontrol). Parameter pengamatan yaitu jumlah koloni bakteri, Indeks Kelarutan Fosfat dan Daya Hambat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pertumbuhan yang paling baik menghasilkan koloni *Bacillus* sp. yaitu gula aren sebagai karbon, susu kedelai sebagai nitrogen, dan ekstrak ragi sebagai *inducer*, dan waktu optimal yaitu 96 jam masa inkubasi. Nilai Indeks Kelarutan Fosfat sebelum perlakuan yaitu 1,65 dan setelah perlakuan yaitu 1,90 dan Daya Hambat sebelum perlakuan yaitu 30 % dan setelah perlakuan yaitu 37 %.

Kata kunci : *Bacillus* sp., optimalisasi, media pertumbuhan, aktivitas biologi

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BIOLOGICAL ACTIVITY OF *Bacillus* sp. ON OPTIMIZATION OF THE GROWTH MEDIA

Alya Tiasma Simbolon (11682200849)
Supervised by Mokhamad Irfan and Rita Elfianis

ABSTRACT

Bacillus sp. is a bacterium that has many benefits in the agricultural world such as biofertilizer and biopesticide. One of the efforts to make biofertilizer and biopesticide required the right growing media. The purpose of this research was to determine biological activity of *Bacillus* sp. at the best growth optimization. The research was conducted in The Pathology, Entomology, Microbiology and Soil Science Laboratory of Faculty of Agriculture and Animal Science, State Islamic University Sultan Syarif Kasim Riau in January to April 2020. The research uses qualitative descriptive methods, they are the optimization of fermented media (carbon, nitrogen, inducer), optimization of fermentation time (24, 48, 72, 96 hours) and biological activity test (phosphate dissolve test and biocontrol agent). The observation parameters are the number of bacterial colonies, the phosphorus solubility index and the power of inhibitory. The results showed that the fermented media that mostly produced colonies of *Bacillus* sp. are red sugar as carbon, soy milk as nitrogen, and yeast extract as inducer, and optimal time of fermentation is 96 hours of incubation period. The phosphorus solubility index before treatment is 1.65 and after treatment is 1.90 and the highest of inhibitor power before treatment is 30% and after treatment is 37%.

Keywords : *Bacillus* sp., optimization, growth media, biological activities

UIN SUSKA RIAU

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
INTISARI	ii
ABSTRACT.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR SINGKATAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Hipotesis Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. <i>Bacillus</i> Sp.	4
2.2. Morfologi Bakteri	5
2.3. Nutrisi Pertumbuhan Bakteri	10
2.4. Pemanfaatan <i>Bacillus</i> sp.dalam Bidang Pertanian.....	12
III. MATERI DAN METODE	16
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	16
3.2. Alat dan Bahan	16
3.3. Metode Penelitian	16
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	17
3.5. Parameter Pengamatan.....	20
3.6. Analisis Data	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Optimalisasi Media Fermentasi	25
4.2. Optimalisasi Waktu Fermentsi	28
4.3. Uji Aktivitas Biologi Sebelum dan Sesudah Perlakuan.....	29
V. PENUTUP	34
5.1. Kesimpulan	34
5.2. Saran... ..	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3. Kategori Indeks Zona Bening.....	22
4. Jumlah Sel <i>Bacillus</i> sp. pada Penentuan Sumber Karbo	25
4. Jumlah Sel <i>Bacillus</i> sp. pada Penentuan Sumber Nitrogen.....	26
4. Jumlah Sel <i>Bacillus</i> sp. pada Penentuan Sumber <i>Inducer</i>	27
4. Hasil Pengukuran Indeks Kelarutan Fosfat (IKF).....	30
4. Hasil Pengukuran Uji Daya Hambat.....	32

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Bakteri Bentuk Basil.....	5
2.2 Kurva Pertumbuhan Bakteri.....	7
3.1 Pembuatan Agar Miring.....	17
3.2 Metode Pengenceran.....	19
3.3 Cara Menghitung IKF.....	22
3.4 Skema Pengukuran Uji Daya Hambat.....	23
3.5 Alur Kegiatan Penelitian.....	24
4.1 Kurva Laju Pertumbuhan Bakteri <i>Bacillus</i> sp.....	29
4.2 Hasil Uji Pelarut Fosfat.....	30
4.3 Hasil Uji Daya Hambat.....	33

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR SINGKATAN

Colony Farming Unit
Deoxyribo Nucleic Acid
Indol Acetic Acid
Indeks Kelarutan Fosfat
Ribo Nucleic Acid
Nutrien Agar
Nutrien Broth
Potential of Hydrogen

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bakteri merupakan organisme yang memiliki penyebaran terluas di alam. Hal ini dikarenakan bakteri mampu hidup pada berbagai habitat dan mampu mengurai senyawa-senyawa kompleks menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana untuk memperoleh zat-zat tertentu yang dibutuhkan dalam rangka mempertahankan hidupnya. Bakteri memiliki potensi yang sangat besar untuk perkembangan industri pertanian dan bioteknologi. Hal ini berkaitan dengan kemampuan yang dimiliki bakteri seperti amilolitik, proteolitik, antibiosis, selulolitik, dan sebagainya. Sehingga potensi-potensi tersebut dapat dimanfaatkan untuk industri pertanian, pangan, obat-obatan serta penanganan limbah (Hatmanti, 2000). Salah satu bakteri yang memiliki potensi-potensi tersebut adalah bakteri *Bacillus* sp.

Bacillus sp. digolongkan ke dalam kelas bakteri heterotrofik, yaitu protista bersifat uniseluler, termasuk dalam golongan mikroorganisme redusen atau yang lazim disebut sebagai dekomposer. Bakteri ini merupakan bakteri bentuk batang dapat dijumpai di tanah dan air (Hatmanti, 2000). Feliatra (1999) mengemukakan bahwa enzim yang dihasilkan oleh *Bacillus* sp. telah diproduksi dalam skala industri diantaranya enzim alanine, formiat, amilase, isoamilase, glukosamilase, chitinase, dan kolesterol oxidase. Bahkan *B. subtilis* digunakan sebagai inang pada studi DNA rekombinasi.

Dalam pertanian bakteri ini diketahui merupakan mikroorganisme antagonis yang digunakan sebagai agen biokontrol terhadap penyakit yang bersifat tular tanah dan udara. Bakteri mampu menghasilkan senyawa-senyawa yang bersifat antibiosis seperti enzim kitinase yang dapat menghidrolisis dinding jamur (Wang dan Chang 1998), siderofor dan antibiotik lainnya yang dapat menghambat perkembangan pathogen (Habazar dan Yaherwandi, 2006). Bakteri ini juga mampu menekan soprulasi jamur pathogen *Pernosclerospora maydis* pada jagung dan menekan penyakit bulai (Jatnika *et,al* 2013). Selain itu, penelitian Sadoma *et al.*, (2011), penggunaan *Bacillus* sp. mampu menekan *P. maydis* penyebab penyakit bulai jagung. Agens hayati *B. subtilis* pada aktivitasnya ditemukan berbagai macam mekanisme pengendalian seperti senyawa kimia

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

antibiotik dan enzim bakteriolitik (Sood, 2001). Senyawa antibiotik merupakan hasil dari metabolisme sekunder bakteri. Menurut Supriadi (2006) bakteri agens hayati *B. subtilis* ini menghasilkan beberapa senyawa antibiotik seperti *basitrasin*, *basilin*, *basilomisin B*, *difisidin*, *oksidifisidin*, *lesitinase*, dan *subtilisin*.

Bacillus sp. juga termasuk dalam bakteri pelarut fosfat (BPF). Bakteri pelarut fosfat merupakan (BPF) merupakan salah satu mikroorganisme tanah yang mampu melarutkan ion P yang terikat dengan kation tanah Al, Fe, Ca dan Mg kemudian mengubahnya menjadi bentuk tersedia untuk diserap tanaman secara alami. Bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah dan menjadi indikator pertumbuhan tanaman. Selain itu bakteri pelarut fosfat meningkatkan bahan organik dan memperbaiki penyerapan unsur P (Firdausi dkk, 2016). Rodriguez *et al.*, (2000) mengemukakan bahwa dari beberapa strain bakteri, genus *Pseudomonas* dan *Bacillus* mempunyai kemampuan yang tinggi dalam melarutkan P. Raharjo (2004) berpendapat bahwa isolat genus *Bacillus* yang teruji dapat melarutkan fosfat. Menurut Cambolat (2004), aplikasi bakteri pelarut fosfat yaitu *Bacillus* sp. pada tanah dapat melarutkan fosfor di dalam tanah dan mengubahnya menjadi bentuk yang tersedia dan dapat meningkatkan hasil produksi tanaman. Berdasarkan alasan tersebut *Bacillus* sp. mempunyai potensi dalam memperbaiki tanaman budidaya yang mengalami defisiensi unsur P.

Menurut Mariska dkk. (2013) kemampuan *Bacillus* sp. dalam membentuk endospora sangat menguntungkan bagi bakteri tanah terkait dengan habitatnya yang selalu berubah-ubah. Hal ini memungkinkan bakteri ini dapat tubuh di kondisi yang ekstrim. Selain itu nilai tambah dari bakteri ini adalah mampu memproduksi fitohormon IAA (*Indol Acetic Acid*) sehingga dapat meningkatkan bobot basah akar, dapat melarutkan fosfat dan sebagai agen biokontrol dengan menginduksi system kekebalan tanaman. Tidak hanya itu, *Bacillus* sp. juga merupakan bakteri yang dapat menghasilkan enzim selulase yang digunakan sebagai dekomposer sehingga bakteri ini dapat digunakan sebagai pupuk hayati sekaligus agen biokontrol bagi pathogen (Sadhu *et al.*, 2013).

Penggunaan pupuk hayati dapat digunakan sebagai alternatif untuk menggantikan pemakaian pupuk kimia. Pembuatan pupuk hayati dengan cara memperbanyak inokulum sel dengan media yang telah disesuaikan. Sebelum



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pupuk hayati diproduksi secara massal, perlu ada pengkajian dalam skala laboratorium untuk mengetahui laju perkembangan serta penggunaan substrat (Yulneriwarni, 2008). Pembuatan pupuk hayati berbahan mikroba dapat dilakukan dengan cara fermentasi yang dapat dilakukan dalam skala laboratorium, skala pilot, dan skala industri. Proses fermentasi akan menyebabkan terjadinya penguraian senyawa-senyawa organik untuk menghasilkan energi (Madigan *et al.*, 2011). Fermentasi skala laboratorium digunakan untuk uji coba kemampuan mikroba dalam meningkatkan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba yaitu pH, suhu, nutrisi, aerasi (Hajoeningtjas, 2012), sedangkan menurut Jumari *et al.* (2009) pertumbuhan mikroba dipengaruhi oleh nutrisi, waktu, mikroba, pH, oksigen atau udara, dan suhu. Namun belum diketahui faktor-faktor optimum yang dapat memperbanyak inokulum sel bakteri *Bacillus* sp. secara spesifik.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian “**Aktivitas Biologi *Bacillus* sp. pada Optimalisasi Pertumbuhan Terbaik**”.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas biologi *Bacillus* sp. pada optimalisasi pertumbuhan terbaik.

1.3. Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas biologi *Bacillus* sp. pada optimalisasi pertumbuhan terbaik.

1.4. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah terdapat aktivitas biologi *Bacillus* sp. pada optimalisasi pertumbuhan terbaik.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Bacillus* sp.

Bacillus sp. digolongkan kedalam kelompok bakteri heterotrofik, yaitu protista bersifat uniseluler, termasuk dalam golongan mikroorganisme reduksen atau yang lazim disebut sebagai dekomposer. Bakteri ini merupakan bakteri bentuk batang dapat dijumpai di tanah dan air (Hatmanti, 2000). Feliatra (1999) mengemukakan bahwa enzim yang dihasilkan oleh *Bacillus* sp. telah diproduksi dalam skala industri diantaranya enzim alanine, formiat, amilase, isoamilase, glukosamilase, chitinase, dan kolesterol oksidase, bahkan *B. subtilis* digunakan sebagai inang pada studi DNA rekombinasi.

Marga *Bacillus* merupakan salah satu dari enam bakteri penghasil endospora. Endospora tersebut berbentuk bulat, oval, elips atau silinder, yang terbentuk di dalam sel vegetatif. Endospora tersebut membedakan *Bacillus* dari tipe-tipe bakteri pembentuk endospora. Spora *Bacillus* pertama kali dideskripsikan pada *B. subtilis* yang semula disebut *Vibrio subtilis*. Ditunjukkan bahwa endospora tersebut mempunyai resistensi yang lebih dibandingkan sel vegetatifnya. Endospora yang dihasilkan oleh *Bacillus* mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap faktor kimia dan fisika, seperti suhu ekstrim, alkohol, dan sebagainya (Keynan dan Sandler, 1983).

Dalam pertanian bakteri ini diketahui merupakan mikroorganisme antagonis yang digunakan sebagai agen biokontrol terhadap penyakit yang bersifat tular tanah dan udara. Bakteri mampu menghasilkan senyawa-senyawa yang bersifat antibiosis seperti enzim kitinase yang dapat menghidrolisis dinding jamur, siderofor dan antibiotik lainnya yang dapat menghambat perkembangan pathogen (Habazar dan Yaharwandi 2006). Bakteri ini juga mampu menekan sporulasi jamur pathogen *Pernosclerospora maydis* pada jagung dan menekan penyakit bulai (Jatnika *et,al* 2013).

Menurut Marista dkk. (2013) kemampuan *Basillus* sp. dalam membentuk endospore sangat menguntungkan bagi bakteri tanah terkait dengan habitatnya yang selalu berubah-ubah. Selain itu nilai tambah dari bakteri ini adalah mampu memproduksi fitohormon IAA (*Indol Acetic Acid*) sehingga dapat meningkatkan bobot basah akar, dapat melarutkan fosfat dan sebagai agen biokontrol dengan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

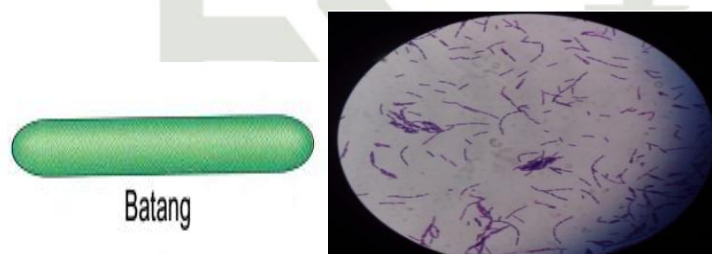
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

menginduksi sistem kekebalan tanaman. Tidak hanya itu, Menurut Sadhu *et al.*, (2013) salah satu bakteri yang dapat menghasilkan enzim selulase adalah *Bacillus sp.* yang digunakan sebagai dekomposer sehingga bakteri ini dapat digunakan sebagai pupuk hayati yang berasal sekaligus agen biokontrol bagi pathogen.

Ukuran bakteri umumnya dinyatakan dalam satuan mikron(μ) , dimana 1 μ sama dengan 0,001 mm atau 1 : 1000 mm. Satuan ini sengaja digunakan untuk memudahkan pengucapan ukuran bakteri yang memang sangat kecil. Secara umum, bakteri memiliki panjang antara 0,5 sampai 3 μ dan lebar antara 0,1 sampai 0,2 μ . Ukuran tersebut bervariasi tergantung seperti apa bentuk dan morfologi bakteri yang diukur (Sabdaningsih dkk, 2013).

Bakteri menurut bentuk morfologinya dapat dibagi menjadi 3 golongan yaitu basil, kokus, spirillum (Siregar dkk., 2008). Bakteri *Bacillus sp.* termasuk dalam golongan basil. Basil adalah bakteri berbentuk batang dibedakan menjadi monobasil (batang tunggal) contohnya *Escherichia coli* dan *Lactobacillus casei*, diplobasil (batang berkelompok dua-dua) contohnya *Salmonella typhosa*, dan streptobasil (rantai batang) *Azotobacter* dan *Bacillus anthracis* (Siregar, dkk., 2008).



Gambar 2.1 Bakteri Bentuk Basil (Januar dkk., 2013)

2.2. Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan adalah penambahan secara teratur semua komponen dari dalam sel hidup. Pada organisme multiseluler pertumbuhan adalah peningkatan jumlah sel pada organisme. Pada organisme uniseluler (bersel tunggal) pertumbuhan adalah penambahan jumlah sel, yang berarti juga penambahan jumlah mikroorganisme. Ukuran sel tergantung dari kecepatan pertumbuhan. Semakin baik zat nutrisi dalam substratnya mengakibatkan pertumbuhan sel semakin cepat dan ukuran sel semakin besar. Bakteri adalah sel prokariotik yang



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tumbuh dengan cara membelah biner. Kecepatan pertumbuhan mikroorganisme dipengaruhi nutrisi dalam medium, suhu, pengaruh aktivitas air, pH, dan oksigen (Suprihatin, 2010)

Kegiatan mikroba dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan. Perubahan yang terjadi di lingkungan dapat mengakibatkan terjadinya perubahan sifat morfologi dan fisiologi jasad. Beberapa golongan jasad sangat resisten terhadap perubahan lingkungan karena dengan cepat melakukan adaptasi lingkungan. Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme yaitu, faktor biotik diantaranya interaksi antar mikroorganisme dan asosiasi mikroorganisme dengan tumbuhan dan faktor abiotik diantaranya suhu, kelembaban, pH, tekanan osmosi, ion-ion logam, iradiasi, serta komposisi medium (Hidayat *et al.*, 2006).

Terdapat beberapa fase pertumbuhan bakteri. Fase pertama yaitu fase adaptasi. Fase adaptasi disebut dengan fase Lag. Pada fase ini bakteri baru menyesuaikan diri dengan lingkungan baru, bermacam-macam enzim dan zat perantara dibentuk sehingga keadaannya memungkinkan terjadinya pertumbuhan lebih lanjut. Sel-selnya mulai membesar tetapi belum membelah diri (Suprihatin, 2010). Pada fase ini juga bakteri mulai membelah diri dengan kecepatan yang rendah karena baru menyesuaikan diri. Lama fase ini bervariasi, tergantung pada komposisi media, suhu, aerasi, jumlah sel inoculum awal dan sifat fisiologis mikroorganisme pada media sebelumnya (Suprihatin, 2010).

Fase kedua adalah fase pertumbuhan logaritma (eksponensial). Fase ini ditandai dengan terjadinya periode pertumbuhan yang cepat. Pada fase ini metabolisme sel paling aktif, sintesis bahan sel sangat cepat dengan jumlah konstan sampai nutrisi habis atau terjadinya penimbunan hasil metabolisme yang menghambat pertumbuhan (Sumarsih, 2003).

Fase yang selanjutnya adalah fase pertumbuhan tetap (stasioner). Fase ini menunjukkan jumlah populasi sel tetap karena jumlah sel yang tumbuh sama dengan jumlah sel yang mati. Keseimbangan jumlah keseluruhan bakteri ini terjadi karena kadar nutrisi yang berkurang dan terjadi akumulasi produk toksik sehingga mengganggu pembelahan sel. Ukuran sel pada fase ini lebih kecil-kecil

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

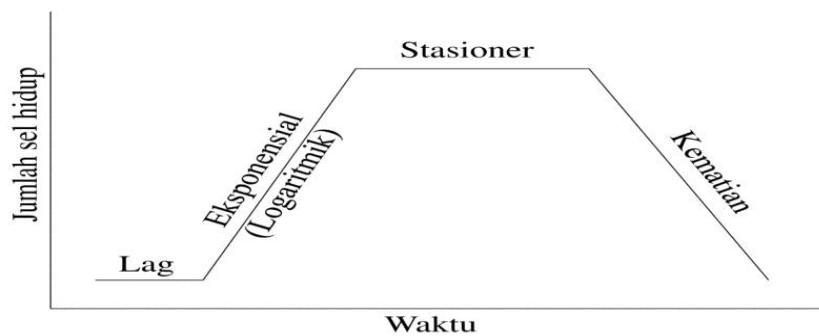
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

karena sel tetap membelah meskipun zat-zat nutrisi sudah berkurang (Suprihatin, 2010).

Fase terakhir adalah fase kematian. Pada fase ini mikroba mulai mengalami kematian karena nutrisi di dalam medium sudah habis, dan energi cadangan didalam sel sudah habis. Kecepatan kematian tergantung dari kondisi nutrient, lingkungan, dan jenis mikroba (Suprihatin, 2010). Kecepatan kematian sel terus meningkat sedang kecepatan pembelahan sel nol, sampai pada fase logaritma maka kecepatan kematian sel mencapai maksimal, sehingga jumlah sel hidup menurun dengan cepat, walau demikian penurunan jumlah sel hidup tidak mencapai nol, dengan jumlah minimum tertentu sel mikroba akan tetap bertahan sangat lama dalam medium tersebut (Sumarsih, 2003).

Kurva Pertumbuhan Bakteri



Gambar 2.2 Kurva Pertumbuhan Bakteri

Mikroba dapat tumbuh pada kisaran suhu tertentu. Suhu merupakan faktor penting dalam kehidupan mikroba. Suhu pertumbuhan mikroba yaitu suhu minimum, maksimum, dan optimum. Suhu optimum adalah suhu yang paling baik untuk kehidupan mikroba. Suhu maksimum adalah suhu tertinggi sedangkan suhu minimum adalah suhu yang paling rendah yang masih dapat menumbuhkan mikroba tetapi pada tingkat kegiatan fisiologi yang paling rendah (Hidayat *et al.*, 2006).

Berdasarkan suhu pertumbuhannya, mikroba dapat dibedakan menjadi 3 golongan, yaitu psikrofil, mesofil, termofil. Mikroba psikrofil dapat tumbuh pada suhu antara 0-30 °C, dengan suhu optimum 15 °C, bakteri jenis ini banyak ditemui ditempat-tempat dingin didaratan maupun lautan. Mikroba mesofil



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

mempunyai suhu optimum antara 25-37 °C, dengan suhu minimum 15 °C dan suhu maksimum antara 45-55 °C, jenis mikroba ini banyak hidup di dalam saluran pencernaan, tanah, serta perairan. Mikroba termofil dapat tumbuh pada suhu 40-70 °C dengan suhu optimum 55-60 °C. Mikroba yang ditumbuhkan pada suhu diatas suhu maksimumnya, protein dan enzim dalam selnya akan mengalami denaturasi yang mengakibatkan terhentinya proses metabolisme (Hidayat *et al.*, 2006).

Suhu terendah akan menghambat pertumbuhan mikroba kecuali mikroba yang tergolong psikrofil dan psikrotrof. Mikroba psikrofil dapat tumbuh pada suhu antara 0-30 °C, dengan suhu optimum 15 °C . Psikrotrof adalah mikroba yang sebenarnya bersifat mesofil, yaitu mempunyai suhu optimum 20-40 °C, tetapi masih dapat tumbuh pada suhu yang optimum untuk psikrofil. Mesofil yaitu golongan mikroba yang mempunyai suhu optimum 20-40 °C dengan suhu minimum 10-20 °C, serta suhu maksimum 40-45 °C (Fardiaz, 1989).

Menurut Hajoeningtjas (2012) semua proses pertumbuhan bergantung pada reaksi kimiawi dan arena laju reaksi-reaksi ini dipengaruhi oleh suhu maka pola pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh suhu. Suhu juga mempengaruhi laju pertumbuhan dan jumlah total pertumbuhan organisme. Keragaman suhu dapat juga mengubah proses-prose metabolik tertentu serta morfologi sel.

Nilai pH untuk pertumbuhan mikroba mempunyai hubungan dengan suhu pertumbuhannya. Jika suhu pertumbuhan naik, pH optimum untuk pertumbuhan juga naik. Dalam fermentasi, control pH penting sekali dilakukan karena pH yang optimum harus dipertahankan selama proses fermentasi. pH medium biakan juga mempengaruhi kecepatan pertumbuhan, untuk pertumbuhan bakteri juga terdapat rentang pH dan pH optimal. Pada bakteri patogen pH optimalnya 7,2 – 7,6. Meskipun medium pada awalnya dikondisikan dengan pH yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tetapi, secara bertahap besarnya pertumbuhan akan dibatasi oleh produk metabolit yang dihasilkan mikroorganisme tersebut (Wibowo, 2012).

Makanan yang mempunyai pH rendah (di bawah 4,5) biasanya tidak dapat ditumbuhi oleh bakteri tetapi dapat menjadi rusak karena pertumbuhan khamir dan kapang. Oleh karena itu, makanan yang mempunyai pH rendah relatif lebih tahan selama penyimpanan di bandingkan dengan makanan yang memiliki pH



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

netral atau mendekati netral (Fardiaz, 1989). Berdasarkan pH yang ada, mikroba dikenal dengan asidofil, neurofil, dan alkalifil. Asidofil adalah mikroba yang tumbuh pada kisaran pH 2-5. Mikroba neurofil adalah mikroba yang dapat tumbuh pada pH 5,5-8 sedangkan alkalifil adalah mikroba yang tumbuh pada kisaran pH 8,4-9,5. Kebanyakan bakteri mempunyai pH optimum sekitar 6,5-7,5. pH dibawah 5 dan diatas 8,5 bakteri tidak dapat tumbuh dengan baik (Hidayat *et al.*, 2006).

Berdasarkan akan kebutuhan oksigen mikroba dapat dibedakan sebagai berikut, yaitu mikroba yang bersifat aerobik, anaerobik dan anaerobik fakultatif. Mikroba aerobik yaitu mikroba dapat berkembang apabila ada oksigen bebas sedangkan anaerobik yaitu mikroba yang mampu tumbuh tanpa oksigen serta mikroba anaerobik fakultatif yaitu mikroba dapat tumbuh dengan baik tanpa oksigen bebas dan mikroerofilik yaitu dapat tumbuh apabila ada oksigen dalam jumlah yang kecil. Dalam fermentasi digunakan mikroba aerobik, aerasi selama fermentasi sangat mempengaruhi produk akhir yang dihasilkan. Setiap bakteri mempunyai satu enzim yang tergolong flavoprotein yang dapat bereaksi dengan oksigen membentuk senyawa-senyawa beracun H_2O_2 dan suatu radikal bebas O_2^- . Bakteri yang bersifat aerobik mempunyai enzim super oksida distimutase yang memecah radikal bebas tersebut, serta enzim katalase yang memecah H_2O_2 sehingga menghasilkan senyawa-senyawa akhir yang tidak beracun (Suprihatin, 2010).

Kecepatan pertumbuhan pada fase logaritmik dipengaruhi oleh tersediaannya nutrisi di dalam medium dan dapat mencapai maksimum. Semakin baik nutrisi di dalam substrat mengakibatkan pertumbuhan sel semakin cepat dan ukuran sel semakin besar. Kecepatan pertumbuhan mempengaruhi ukuran sel dan jumlah asam nukleat didalam sel. Semakin tinggi kecepatan pertumbuhan semakin besar ukuran sel dan semakin tinggi jumlah asam nukleat di dalam sel. Demikian pula semakin tinggi kecepatan pertumbuhan akan meningkatkan jumlah massa sel. Kebutuhan nutrisi mikroba berbeda serta bervariasi. Mikroba dalam melakukan metabolisme memerlukan energi, sumber energi tersebut berasal dari karbon seperti karbohidrat, lipid dan protein. Mikroba membutuhkan unsur C, H, O, N, ,



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

K, dan S sebagai penyusun berat kering sel dan unsur mikro seperti K, Ca, Mg, Cl, Fe, Zn, dan Mo (Puspitasari dan Sidik, 2009).

Air merupakan bagian terbesar dari komponen sel (70-80%), air juga berperan sebagai reaktan dalam berbagai reaksi biokimia (Fardiaz, 1989). Mikroba memerlukan air untuk hidup dan berkembang biak. Tiap jenis mikroba mempunyai kelembaban optimum tertentu,

Laju perbanyakan bakteri bervariasi menurut spesies dan kondisi pertumbuhannya. Pada kondisi optimal, bakteri akan membelah sekali setiap 20 menit. Untuk beberapa bakteri memilih waktu generasi, yaitu selang waktu antara pembelahan, dapat dicapai selama 12 menit, jika waktu generasinya 20 menit pada kondisi yang cocok sebuah sel dapat menghasilkan beberapa juta selama 7 jam (Sumarsih, 2003).

2.3. Nutrisi Pertumbuhan Bakteri

Widjaja dan Sunarto (2007) menyatakan nutrisi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh bagi bakteri. Nutrisi yang dibutuhkan harus mengandung unsur nitrogen, karbon, dan fosfor. Mikroba membutuhkan nitrogen untuk sintesis protein dan asam nukleat. Asam nukleat (DNA dan RNA) fungsinya sebagai informasi genetik dalam sel. Fosfor berfungsi untuk sintesis ATP, asam nukleat dan membrane sel. N dan P juga dibutuhkan untuk pertumbuhan sel dan biosintesis mikroba. Sedangkan karbon dimanfaatkan oleh bakteri untuk disintesa menjadi kerangka-kerangka karbon berupa bahan organik melalui proses metabolisme.

a. Sumber Nitrogen

Nitrogen adalah salah satu unsur yang diperlukan oleh semua jasad hidup untuk sintesis protein. Mikroba membutuhkan nitrogen baik nitrogen anorganik maupun organik (Lisanti, 2015). Menurut Puspitasari dan Sidik (2009) nitrogen anorganik biasa didapat dari ammonium sulfat, ammonium nitrat, diammonium fosfat, dan urea. Pertumbuhan mikroba membebaskan enzim proteolitik yang dapat merubah senyawa-senyawa protein menjadi asam amino. Sejumlah nitrogen sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan mikroba, karena nitrogen tersebut terkandung dalam protein dan asam nukleat.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Mikroba dapat menggunakan nitrogen dalam bentuk ammonium nitrat, asam amino, protein dan sebagainya. Beberapa mikroba dapat menggunakan nitrogen dalam bentuk gas N_2 (zat lemas) udara. Mikroba ini disebut mikroba penambat nitrogen (Sumarsih, 2003).

b. Sumber Karbon

Karbon merupakan salah satu komponen yang penting dalam media fermentasi, karena komponen sel mikroba sebagian besar terdiri dari unsur-unsur karbon. Karbohidrat merupakan sumber karbon yang paling banyak digunakan dalam suatu proses fermentasi (Trismilah dan Wahyuntari, 2009). Mikroba dalam melakukan metabolisme memerlukan energi, sumber energi tersebut berasal dari karbon seperti karbohidrat, lipid dan protein (Lisanti, 2015).

Menurut Sumarsih (2003) sumber karbon untuk mikroba dapat berbentuk senyawa organik maupun anorganik. Senyawa organik meliputi karbohidrat, lemak protein, asam amino, asam organik, garam asam organik, polialkohol, dan lain-lain. Senyawa anorganik misalnya karbonat dan gas CO_2 yang merupakan sumber karbon utama untuk tumbuhan tingkat tinggi.

c. Vitamin dan Mineral

Sebagian besar sumber karbon dan nitrogen alami mengandung semua atau beberapa vitamin yang dibutuhkan. Defisiensi vitamin tertentu dapat diatasi dengan cara mencampur berbagai sumber karbon dan nitrogen (Jumari *et al.*, 2009).

Mikroba membutuhkan vitamin dan mineral untuk pertumbuhan dan metabolisme. Kebutuhan nutrisi mikroba berbeda serta bervariasi. Mikroba membutuhkan unsur C, H, O, N, , K, dan S sebagaia penyusun berat kering sel dan unsur mikro seperti K, Ca, Mg, Cl, Fe, Zn, dan Mo (Puspitasari dan sidik, 2009).

Mineral merupakan dari sel, unsur penyusul utama sel adalah karbon, oksigen, nitogen, hydrogen, fosfor, dan unsur mineral lainnya yang diperlukan mikroba adalah K, Ca, Mg, Na, dan Cl. Sedangkan yang diperlukan dalam jumlah sedikit adalah Fe, Mn, Co, Cu, Bo, Zn, Mo, dan Al. selain berfungsi sebagai penyusun sel, unsur mineral juga berfungsi sebagai pengatur tekanan osmose, kadar ion hydrogen, dan permeabilitas (Sumarsih, 2003).



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

d. *Inducer*

Bakteri *Bacillus* sp. banyak digunakan sebagai probiotik bagi tumbuhan karena kemampuannya dalam menghasilkan senyawa antibiotik yang menghambat perkembangan mikroorganisme lain yang merugikan. Semua jenis golongan *Bacillus* akan menghasilkan senyawa anti mikroba ini dalam kondisi tertentu apabila ada senyawa *inducer* yang mampu menginduksi biosintesis senyawa antimikroba ini dalam selnya. Kandungan senyawa *inducer* ini terdapat dalam prebiotik yang mengatur alur metabolisme bakteri melalui modifikasi nutrisi yang kompleks. Jadi agar probiotik berfungsi maksimal maka harus dilengkapi dengan prebiotik yang mengandung senyawa-senyawa *inducer* yang menginduksi metabolisme bakteri supaya menghasilkan metabolit-metabolit yang menguntungkan (Gupta *et al.*, 1999).

2.4. Pemanfaatan *Bacillus* sp. dalam Bidang Pertanian

Keberadaan mikroorganisme didalam tanah sangat penting karena dapat mempertahankan dan meningkatkan kesuburan tanah. Peranan mikroba dalam tanah, antar lain: daur ulang hara, penyimpanan sementara dan pelepasan hara untuk dimanfaatkan tanaman dan lain-lain. Mikroorganisme tersebut melepaskan asam yang keberadaan serta keberadaan mikroorganisme di dalam tanah sangat penting karena dapat melarutkan mineral, sehingga unsur hara yang terlarut dapat dimanfaatkan tanaman. Mikroorganisme yang lain mempunyai peranan dalam proses dekomposisi bahan organik. Banyak mikroorganisme yang menguntungkan, mampu memperbaiki pertumbuhan tanaman melalui peningkatan serapan hara dan mencegah timbulnya penyakit yang berasal dari tanah (Sutanto, 2002).

Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh hormon pertumbuhan termasuk auksin yang berperan penting dalam membantu pembentukan asam indol-3 asetat (AIA/IAA). Tumbuhan memiliki keterbatasan mensintesis AIA dalam mendukung pertumbuhan yang optimal. Oleh karena itu diperlukan tambahan hormon pemacu pertumbuhan dari luar yang bisa diberikan melalui pupuk maupun simbiosis mikroorganisme, diantaranya melalui bantuan bakteri. Kemampuan memproduksi IAA oleh bakteri merupakan dasar penggunaan bakteri tersebut sebagai bahan aktif sarana produksi pertanian seperti sebagai pupuk

hayati dalam upaya untuk pertumbuhan tanaman ataupun biokontrol (Idris *et al.*, 2007).

Salah satu bakteri penghasil hormone IAA adalah bakteri *Bacillus* sp. Menurut Tinendung *et al.*, (2014) *Bacillus* sp. mempunyai fungsi untuk mengkoloni daerah perakaran tanaman padi dan menghasilkan hormon pertumbuhan tanaman, seperti auksin, sitokinin dan IAA dimana fungsi dari hormon tersebut dapat merangsang pembelahan sel, pengatur pembesaran sel dan akan memacu pertumbuhan akar serta memacu penyerapan air dan nutrisi yang berpengaruh terhadap pertumbuhan batang sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman padi. Hal ini didukung oleh Desnawati (2006), yang menyatakan bahwa *Bacillus* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman yang dikenal juga sebagai pemacu pertumbuhan tanaman (PGPR) karena menghasilkan senyawa pendorong atau hormon pertumbuhan tanaman, seperti auksin, sitokinin dan IAA. Puspita *et al.*, (2013) menambahkan bahwa kandungan hormon IAA yang dihasilkan *Bacillus* sp. yaitu sebanyak 31,598 ppm yang berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dengan merangsang pembelahan sel dan pengatur pembesaran sel serta memacu menyerap air dan nutrisi yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Bacillus sp. juga termasuk dalam bakteri pelarut fosfat (BPF). Bakteri pelarut fosfat merupakan (BPF) merupakan salah satu mikroorganisme tanah yang mampu melarutkan ion P yang terikat dengan kation tanah Al, Fe, Ca dan Mg kemudian mengubahnya menjadi bentuk tersedia untuk diserap tanaman secara alami. Bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah dan menjadi indikator pertumbuhan tanaman. Selain itu bakteri pelarut fosfat meningkatkan bahan organik dan memperbaiki penyerapan unsur P (Firdausi dkk, 2016). Rodriquez *et al.*, (2000) mengemukakan bahwa dari beberapa strain bakteri, genus *Pseudomonas* dan *Bacillus* mempunyai kemampuan yang tinggi dalam melarutkan P. Raharjo (2004) berpendapat bahwa isolat genus *Bacillus* yang teruji dapat melarutkan fosfat. Menurut Cambolat (2004), aplikasi bakteri pelarut fosfat yaitu *Bacillus* sp. pada tanah dapat melarutkan fosfor di dalam tanah dan mengubahnya menjadi bentuk yang tersedia dan dapat meningkatkan hasil

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

produksi tanaman. Berdasarkan alasan tersebut *Bacillus* sp. mempunyai potensi dalam memperbaiki tanaman budidaya yang mengalami defisiensi unsur P.

Menurut Sadhu *et al.*, (2013) salah satu bakteri yang dapat menghasilkan enzim selulase adalah *Bacillus* sp. yang digunakan sebagai dekomposer sehingga bakteri ini dapat digunakan sebagai pupuk hayati yang berasal sekaligus agen biokontrol bagi pathogen. Pupuk hayati dalam inoculum berbahan aktif organisme hidup yang berfungsi untuk menambat hara tertentu atau memfasilitasi tersedianya hara dalam tanah bagi tanaman. Pupuk mikrobiologis atau pupuk hayati adalah pupuk yang mengandung mikroorganisme hidup yang ketika diterapkan pada benih, permukaan tanah, atau tanah akan mendiami rizosfer atau bagian dalam dari tanaman dan mendorong pertumbuhan dengan meningkatkan pasokan nutrisi untuk tanaman (Simanungkalit *et al.*, 2006).

Dalam pertanian bakteri ini diketahui merupakan mikroorganisme antagonis yang digunakan sebagai agen biokontrol terhadap penyakit yang bersifat tular tanah dan udara. Bakteri ini juga mampu menekan sporulasi jamur pathogen *Pernoscclerospora maydis* pada jagung dan menekan penyakit bulai (Jatnika *et al.* 2013). Selain itu, penelitian Sadoma *et al.*, (2011), penggunaan *Bacillus* sp. mampu menekan *P. maydis* penyebab penyakit bulai jagung. Agens hayati *B. subtilis* pada aktivitasnya ditemukan berbagai macam mekanisme pengendalian seperti senyawa kimia antibiotik dan enzim bakteriolitik (Sood, 2001). Senyawa antibiotik merupakan hasil dari metabolisme sekunder bakteri. Menurut Supriadi (2006) bakteri agens hayati *B. subtilis* ini menghasilkan beberapa senyawa antibiotik seperti *basitrasin*, *basilin*, *basilomisin B*, *difisidin*, *oksidifisidin*, *lesitinase*, dan *subtilisin*.

Beberapa strain anggota genus *Bacillus* juga dilaporkan memiliki potensi resisten terhadap logam berat seperti Hg, Pb, Cu, dan Cd (Zulaika *et al.*, 2012). *Bacillus* juga berpotensi sebagai bioremoval logam besi. Resistensi bakteri terhadap logam dapat melalui mekanisme biosorpsi dan bioakumulasi. Mekanisme biosorpsi merupakan proses pasif sehingga logam tidak meracuni bakteri, sedangkan mekanisme bioakumulasi merupakan proses aktif dimana logam berat dapat meracuni sel bakteri (Chojnacka, 2010). Siderofor merupakan senyawa pengkelat yang dihasilkan bakteri dan dilepas keluar sel untuk mengkelat

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

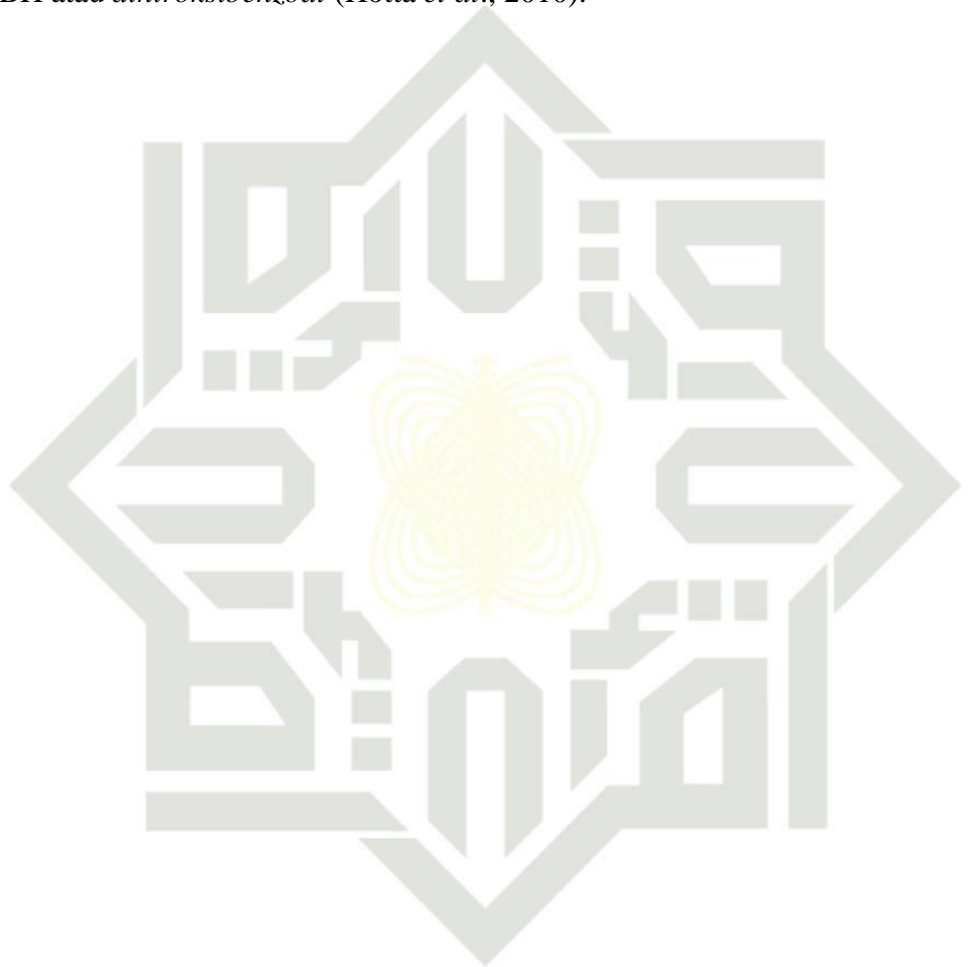
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



logam besi (Madigan *et al.*, 2012) sebagai respon kekurangan besi dan untuk mendapatkan besi (Zawadzka *et al.*, 2009). Siderofor juga dapat digunakan untuk menyembunyikan logam Fe di lingkungan rhizosfer sehingga tidak tersedia bagi perkembangan mikroba patogen (Husen, 2007). Salah satu genus *Bacillus* yang menghasilkan siderofor adalah *Bacillus cereus*. *B. cereus* diketahui memproduksi dua macam siderofor yaitu *bacillibactin* dan *petrobactin*. Keduanya berkaitan dengan unit DBH atau *dihydroksibenzoat* (Hotta *et al.*, 2010).



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



III. MATERI DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Suska Riau yang beralamat di Jl. HR. Soebrantas Km. 15 Panam, Pekanbaru pada bulan Januari hingga April 2020.

3.2. Bahan dan Alat

Isolat yang digunakan adalah isolat bakteri *Bacillus* sp. koleksi dari laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah gula pasir, gula kelapa, gula aren, kaldu sapi, kaldu keong, susu skim, susu kedelai, *yeast ekstrak*, dedak, vitamineral, Vitamin B kompleks alkohol 96 %, NaCl fisiologis, Nutrient Agar (NA), Potato Dextrose Agar (PDA), isolat *Fusarium* sp., vitabro, sukrosa, aluminium foil, kapas, kertas label, *Pikovskaya*, reagen *Salkowski* dan larutan clorox 5 % dan aquades. Sedangkan alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah petridis, tabung reaksi, jarum ose, *laminar air flow*, kulkas, timbangan analitik, erlenmeyer, batang pengaduk, *colony counter*, *hotplate (magnetic stirrer)*, nampan, *vortex*, *water bath shaker*, *autoclave*, gelas *beaker*, mikropipet, dan lampu bunsen.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental deskriptif. Data hasil penelitian akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Bahan baku berupa keong, daging sapi, dedak, vitamineral diperoleh dari pasar tradisional pasar selasa Panam, Jl. HR. Soebrantas, Pekanbaru. Susu skim, susu kedelai, gula jawa, gula pasir, gula aren didapat di toko sembako Jl. HR. Soebrantas. *Yeast ekstrak* (Merck) serta Vitamin B kompleks diperoleh dari toko bahan kimia. Isolat bakteri *Bacillus* sp. yang akan digunakan adalah koleksi dari laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Isolat tersebut berasal dari penelitian Muntamah (2019) yaitu perakaran gulma semenduduk.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

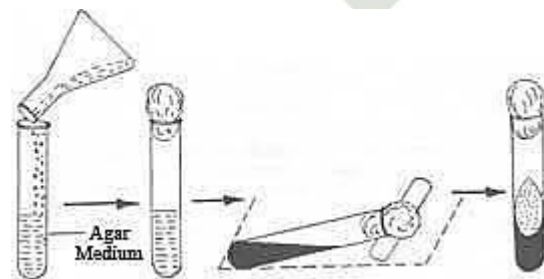
3.4.1. Pensterilan Alat dan Bahan

Pensterilan alat menggunakan metode panas kering menggunakan oven dengan suhu 170 °C selama 2 jam. Peralatan yang disterilkan menggunakan oven adalah erlenmeyer, cawan petri untuk wadah media, adapun untuk peralatan yang langsung dipakai seperti pingset, jarum ose dan batang pengaduk disterilkan dengan alcohol 96 % selanjutnya dibakar menggunakan bunsen. Pensterilan bahan seperti NA, NaCl, dan sumber karbohidrat, vitamin, protein disterilkan dengan *Autoclave* pada suhu 121 °C dengan 15 menit.

3.4.2. Pembuatan Media NA, Agar Miring NA dan NB yang Dimodifikasi

Pembuatan media NA dengan melarutkan 1 liter aquades dengan 20 g NA untuk membuat 1 liter media. NA dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambah dengan aquades sesuai kebutuhan kemudian diaduk dan dipanaskan menggunakan *magnetic stirrer (hotplate)* hingga larut dan terlihat berwarna bening kekuningan. media yang sudah larut disterilkan menggunakan *autoclave* dengan suhu 121 °C selama 15 menit. setelah pensterilan didinginkan dan dituangkan kedalam cawan petridis didalam *laminar air flow*.

Pembuatan agar miring NA sama dengan media NA pada kultur. Setelah ini disterilkan dalam *autoclave* pada suhu 121 °C selama 15 menit. Setelah media steril diletakkan di dalam *laminar air flow* dengan posisi miring agar terbentuk media agar miring.



Gambar 3.1 Pembuatan agar miring

Media NB digunakan sebagai starter (media dasar), dengan komposisi vitabro 1 g/l, vitamineral 4 g/l, serta susu skim 2 g/l. Selanjutnya komposisi media



Hak Cipta Diilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dilarutkan dalam 100 ml dengan aquades didalam erlenmeyer lalu diaduk sambil dipanaskan diatas *hotplate (magnetic stirrer)* hingga media menjadi homogen. Setelah homogen media di sterilkan menggunakan *autoclave* pada suhu 121 °C selama 15 menit (Lisanti, 2015).

3.4.3. Pembuatan Kaldu Sapi, Kaldu Keong, dan Susu Kedelai

Pembuatan kaldu sapi yaitu dengan komposisi 100 g daging sapi cincang, 200 ml aquades direbus hingga air rebusan menjadi 100 ml, lalu saring air rebusan dan dinginkan. Sama halnya dengan kaldu sapi, pembuatan kaldu keong dengan komposisi 100 g daging keong dan 200 ml aquades di rebus hingga air rebusan menjadi 100 ml, lalu saring air rebusan dan dinginkan. Pembuatan susu kedelai dengan komposisi 100 g biji kedelai, dan 100 ml aquades. Rendam kedelai selama hingga biji kedelai mengembang, lalu rebus kedelai hingga mendidih dan dinginkan. Blender kedelai yang telah direbus lalu saring hingga didapat susu kedelai.

3.4.4. Peremajaan Kultur (Sub Kultur)

Peremajaan kultur dilakukan untuk menyiapkan biakan sel bakteri *Bacillus* sp. yang sehat dan segar. Peremajaan dilakukan dengan menggunakan media agar miring NA di dalam tabung reaksi. Inokulasi media agar miring secara aseptik dengan menggunakan Jarum Ose. Diambil satu ose biakan murni dari stok kultur yang berumur 24 jam, lalu digoreskan secara zig zag diatas permukaan media agar miring NA. Setelah itu mulut tabung reaksi dibakar di atas *bunsen* dan ditutup kembali (Lisanti, 2015).

3.4.5. Pembuatan Starter (Media Dasar)

Pembuatan starter dilakukan dengan mengambil satu Ose isolate bakteri *Bacillus* sp. dari nutrient agar miring yang berumur 24 jam, lalu dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang berisi 100 ml medium *nutrient broth* (NB) yang dimodifikasi secara aseptik. Setelah itu homogenkan dengan menggunakan *shaker* selama 24 jam lalu diinkubasi pada suhu ruang (Lisanti, 2015).

3.4.6. Optimalisasi Media Fermentasi

a. Sumber Karbon



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sumber karbon adalah salah satu media fermentasi yang akan digunakan dalam penelitian ini. Sumber karbon tersebut masing-masing akan dimasukkan ke dalam starter (media dasar) yaitu *nutrient broth* (NB) yang telah dimodifikasi dimana komposisinya adalah vitabro 1 g/l, vitamineral 4 g/l, serta susu skim 2 g/l setelah itu akan diinkubasi selama 24 jam. Sumber karbon yang akan digunakan adalah :

- C : Gula pasir 20 g/l (2 g/ 100 ml)
- G : Gula aren 20 g/l (2 g/ 100 ml)
- K : Gula kelapa 20 g/l (2 g/ 100 ml)

Penelitian dilakukan dalam skala 100 ml. 100 ml media diinokulasi dengan isolat bakteri *Bacillus* sp. kemudian difermentasi selama 24 jam. Hasil fermentasi akan dihitung populasi bakterinya dengan menggunakan metode pengenceran berseri. Sumber karbon terbaik akan menghasilkan populasi bakteri yang paling banyak, dan akan digunakan untuk fermentasi selanjutnya.

b. Sumber Nitrogen

Setelah diketahui sumber karbon yang menghasilkan bakteri terbanyak, maka selanjutnya adalah penentuan sumber nitrogen. Media dasar ditambah dengan sumber karbon terbaik setelah itu ditambah dengan sumber nitrogen, yaitu:

- N : Kaldu daging sapi 200 ml/l (20 ml/100 ml)
- K : Kaldu keong 200 ml/l (20 ml/100 ml)
- S : Susu kedelai 20 ml/l (2 ml/100 ml)

Media perbanyak diinokulasi dengan isolat bakteri *Bacillus* sp. kemudian difermentasi selama 24 jam. Hasil fermentasi akan dihitung populasi bakterinya dengan menggunakan metode pengenceran berseri. Sumber nitrogen terbaik akan menghasilkan populasi bakteri yang paling banyak akan digunakan untuk fermentasi selanjutnya.

c. Penentuan Sumber Inducer

Perlakuan yang terakhir adalah penentuan sumber *inducer* terbaik, dimana media dasar, sumber karbon terbaik dan juga sumber nitrogen terbaik ditambah dengan sumber *inducer*, yaitu:

- I : Dedak 20 g/l (2 g/100 ml)



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

I2 : Vitamin B kompleks 5 g/l (0,05 g/100ml)

I3 : *Yeast ekstrak* 10 g/l (0,01 g/100ml)

Media perbanyak diinokulasi dengan isolat bakteri *Bacillus* sp. kemudian difermentasi selama 24 jam. Hasil fermentasi akan dihitung populasi bakterinya dengan menggunakan metode pengenceran berseri. Sumber *inducer* terbaik akan menghasilkan populasi bakteri yang paling banyak, dan akan digunakan untuk fermentasi selanjutnya.

3.4.7. Optimalisasi Waktu Fermentasi dalam Skala 100 ml

Setelah diketahui sumber karbon, nitrogen dan juga inducer terbaik yaitu gula aren, susu kedelai, dan *yeast ekstrak*, maka selanjutnya adalah optimalisasi waktu fermentasi. Penelitian ini media dasar, sumber karbon, nitrogen dan *inducer* terbaik difermentasi selama 96 jam dan akan dihitung setiap 24 jam sekali dihitung mulai dari 24, 48, 72 dan 96 jam inkubasi. Waktu fermentasi optimal dalam menghasilkan jumlah koloni yang terbanyak digunakan untuk proses-proses fermentasi dalam skala yang lebih besar (Lisanti, 2015).

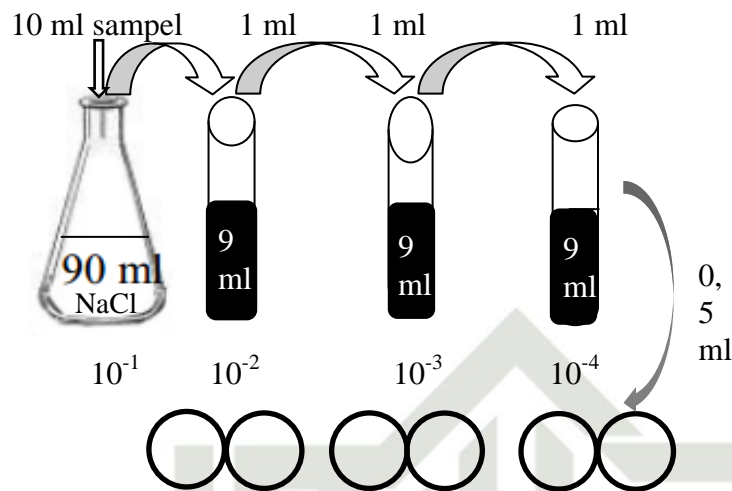
3.5. Parameter Pengamatan

3.5.1. Jumlah Populasi *Bacillus* sp.

Perhitungan jumlah koloni dimulai dengan pengenceran berseri. Pengenceran dilakukan dengan cara mencampur 1 ml media NB dari tabung reaksi pertama ke dalam 9 ml NaCl fisiologis pada tabung reaksi kedua lalu di (10^{-1}) selanjutnya ambil 1 ml dari tabung reaksi kedua dan masukkan ke tabung reaksi ke 3 yang telah berisi 9 ml NaCl fisiologis (10^{-2}) dan demikian seterusnya hingga diperoleh tingkat pengenceran yang dikehendaki. Penanaman bakteri diambil dari pengenceran 10^{-3} dan 10^{-4} atau pada pengenceran yang dikehendaki, masing-masing ditanam ke media NA dengan metode *pour plate* (cawan tuang) sebanyak 0,1 ml secara duplo. Setelah bakteri ditanam di media NA lalu dilakukan perhitungan populasi bakteri. Jumlah populasi bakteri yang tumbuh antara 30-300 per petri dan dihitung menggunakan *colony counter*. Sumber karbon terbaik adalah gula aren, dan akan digunakan untuk proses fermentasi berikutnya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.2 Metode Pengenceran

Berikut rumus menghitung jumlah koloni dalam satuan *Colony Forming Unit* (CFU) :

$$CFU = \frac{1}{Vol\ sampel} \times \frac{1}{Faktor\ pengenceran} \times jumlah\ koloni\ dalam\ petri$$

3.5.2. Aktivitas Biologi

a. Uji Kemampuan Bakteri dalam Melarutkan Fosfat

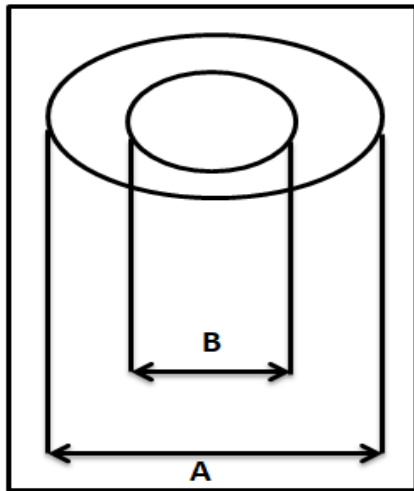
Pengujian ini bertujuan untuk mengukur seberapa kemampuan yang dimiliki oleh isolat bakteri pelarut fosfat (BPF) dalam melarutkan fosfat dengan cara menghitung indeks kelarutan fosfat (IKF) dari setiap isolat bakteri yang telah tersedia. Kegiatan ini dilakukan dengan cara menumbuhkan isolat bakteri yang telah disiapkan sebelumnya pada media seleksi *Pikovskaya agar* (Islamiati dan Zulaika, 2015). Kemudian mengamati pertumbuhan koloni dan diukur selama 7 hari (Karpagam dan Nagalakshmi, 2014). Isolat bakteri pada media *Pikovskaya* dapat ditandai jika terbentuk zona bening di sekitar koloni. pengukuran yang dilakukan yaitu terhadap diameter koloni dan diameter zona bening menggunakan penggaris dan kaca pembesar untuk mempermudah pengukuran. Pengukuran diameter koloni dan zona bening dilakukan sebanyak 2-3 kali pada posisi yang berbeda kemudian hasil pengukuran dirata-ratakan.

Perhitungan nilai indeks Kelarutan fosfat (IKF) berdasarkan metode (Karpagam dan Nagalakshmi, 2014) dan gambar 3.3.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\text{Indeks Kelarutan Fosfat (IKF)} = \frac{A}{B}$$



Keterangan:

A= Diameter Total (Diameter koloni + diameter zona bening)

B= Diameter Koloni

Gambar. 3.3 Cara menghitung IKF (Islamiati dan Zulaika, 2015)

Nilai indeks zona bening yang dihasilkan oleh bakteri pelarut fosfat sangat menentukan kemampuan bakteri dalam melarutkan fosfat.

b. Uji Agen Biokontrol

Pengujian *in-vitro* dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri antagonis dalam menghambat *Fusarium* sp. secara *in-vitro*. Uji ini dilakukan pada bakteri sebelum perlakuan dan setelah perlakuan. Uji antagonis dilakukan menggunakan cara oposisi langsung antara isolat-isolat cendawan *Fusarium* sp. dengan berbagai bakteri antagonis dalam media PDA.

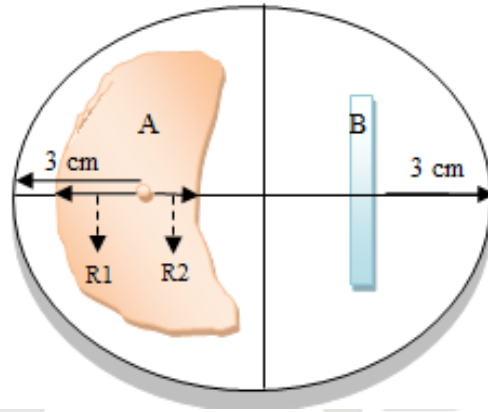
Uji daya hambat bakteri dilakukan berdasarkan metode Sutariati dan Wahab (2010). Uji daya hambat dilakukan dengan menanam isolat cendawan *Fusarium* sp. pada jarak 3 cm dari tepi cawan petri sebelah kanan dan pada jarak 3 cm pada tepi kiri petri diletakkan isolat bakteri digoreskan sepanjang 3 cm. Pengamatan dilakukan dengan mengukur jari-jari pertumbuhan cendawan ke arah tepi petridis (R1) dan jari-jari pertumbuhan cendawan ke arah bakteri (R2). Skema pengukuran uji daya hambat dapat dilihat pada Gambar 3.5. Selanjutnya

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

data yang diperoleh digunakan untuk menghitung daya hambat (DH) isolat bakteri terhadap cendawan patogen, yang ditentukan dengan rumus:

$$DH = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$



Gambar 3.4 Skema Pengukuran Uji Daya Hambat

Keterangan:

A = Patogen *Fusarium* sp.

B = Bakteri

R1 = Jari-jari pertumbuhan patogen *Fusarium* sp. ke arah tepi kiri (dinding cawan).

R2 = Jari-jari pertumbuhan patogen *Fusarium* sp. ke arah bakteri

3.6. Analisis Data

Analisis data secara deskriptif kualitatif, yaitu mengamati dan menghitung jumlah koloni dalam setiap percobaan baik uji secara kimia maupun fisika dan menampilkan data berupa tabel dan grafik pertumbuhan bakteri. Analisis data jumlah koloni dihitung dengan menggunakan rumus jumlah koloni/ml (CFU) sehingga diperoleh kerapatan dan populasi bakteri yang terdapat pada media. Kemudian menganalisis aktivitas biologi bakteri dengan dilakukannya pengujian kemampuan bakteri pelarut fosfat dan uji daya hambat sebagai agen biokontrol.

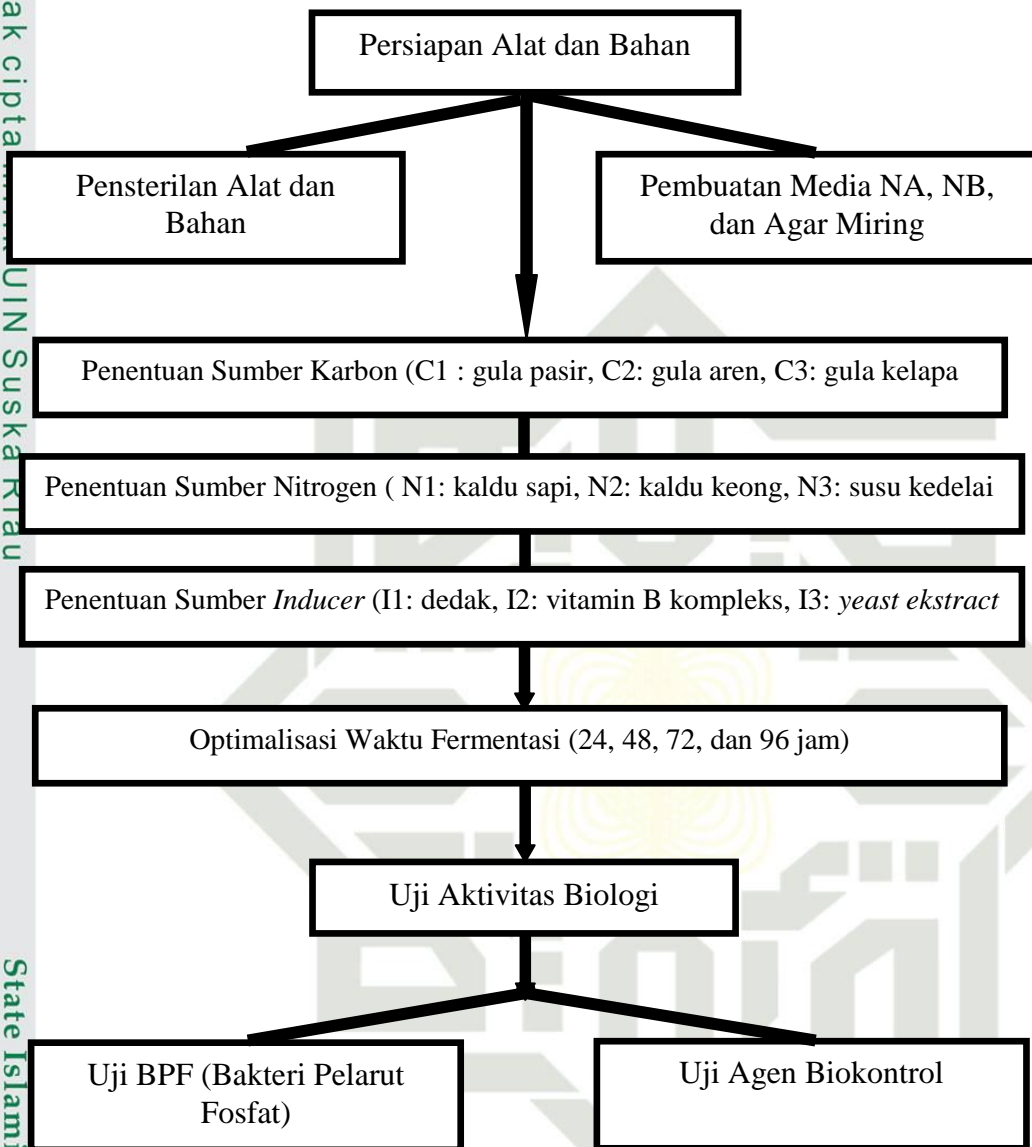
Alur kegiatan pelaksanaan penelitian dapat dilihat sebagai berikut:

© Hak cipta UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.5 Alur Kegiatan Penelitian



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

V. PENUTUP

3.1. Kesimpulan

Media pertumbuhan yang terbaik untuk perbanyak inokulum sel bakteri *Bacillus* sp. yaitu sumber karbon yaitu gula aren 20 g/l, sumber nitrogen yaitu susu kedelai 20 ml/l, dan sumber *inducer* yaitu *yeast extract* 10 g/l. Optimalisasi waktu pertumbuhan yang diperoleh yaitu pada inkubasi ke 96 jam dengan jumlah sel $3,2 \times 10^9$.

Uji kemampuan bakteri dalam melarutkan fosfat diperoleh bahwa sampel bakteri sebelum dan setelah perlakuan terjadi peningkatan dari 1,65 menjadi 1,9, sedangkan uji agen biokontrol diperoleh bahwa bakteri setelah perlakuan terjadi peningkatan dari 30 % menjadi 37 %.

3.2. Saran

Disarankan untuk memfermentasikan lebih lama, agar diketahui seluruh fase pertumbuhan bakteri. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk aplikasi *Biofertilizer* maupun *Biopestisida* dilapangan sehingga diketahui kemampuan bakteri *Bacillus* sp. dalam beradaptasi dengan lingkungan.



DAFTAR PUSTAKA

- Alimuddin, A. 2005. *Mikrobiologi Dasar. Jilid . Cet. 1.* Makassar. UNM Press. 49 hal.
- Ataf, M., B. J. Naveena, and G. Reddy. 2005. Screening of Inexpensive Nitrogen Source for Production of L(+) Lactat Acid from Starch by Amylolytic *Lactobacillus amylophilus* CV6 in Single Step Fermentation. *Food Technol Biotechnol.* 43 (3): 235-239.
- Astuti, R.J. 2008. Rizobakteria *Bacillus* sp. Asal Tanah Rizosfer Kedelai yang Berpotensi sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman. *Tesis.* Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Chojnacka, K. 2010. Biosorption ang Bioaccumulation The Prospects for Partical Applications. *Environment International.* 3(6): 299-307.
- Desnawati. 2006. *Pemanfaatan Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Prospek yang Menjanjikan dalam Berusaha Tani Tanaman Holtikultura.* Direktorat Perlindungan Tanaman Holtikultura. Jakarta.
- Dewi, T. K., J. Suryanggono, dan D. Agustiyani. 2016. Isolasi dan Uji Aktifitas Bakteri Penghasil Hormon Tumbuh IAA (*Indole-3-Acetic-Acid*) dan Bakteri Perombakan dari Tanah Pertanian Tual Maluku Tenggara. *Posiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia.* 2 (2): 271-276.
- Djatzmiko, H.A. 2007. Potensi Tiga Genus Bakteri dari Rizosfer Tanaman Sebagai Agensi Pengendali Hayati Penyakit Lincat. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia,* 9 (1): 40-47.
- Dwidjoseputro. 2005. *Dasar-dasar Mikrobiologi.* Djambatan. Jakarta. 182 hal.
- Fardiaz, S. 1989. *Analisa Mikrobiologi Pangan.* Departemen dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Dizi Institut Pertanian Bogor. 184 hal.
- Feliatra. 1999. Identifikasi Bakteri Patogen (*Vibrio* sp.) di Perairan Nongsa Batam Provinsi Riau. *Jurnal Natur Indonesia.* 11(1): 28-33.
- Gupta, V., H. Bochow., S. Dokj., I. Fishwer. 1999. Plant Growth Promoting *Bacillus Subtilis* Strain as Potential Inducer of Resistance in Tomato Against Fusarium Wilt. Institut Phytopathology and Plant Protection. Faculty of Agriculture and Horticulture Sciences. Humbol. University Berlin. Germany.
- Habazar, T., dan Yaherwandi. 2006. *Pengendalian Hayati Hama dan Penyakit Tumbuhan.* Universitas Andalas. Padang. 54 hal.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Haggag, W.M., dan H.A.A. Mohammed. 2007. Biotechnological Aspect of Microorganism Used in Plant Biological Control. *Am-Eurasian Journal Sustainable Agriculture*, 1(2): 7-12
- Harris, A. M. 2016. Studi Komparasi Variasi Media Kultur terhadap Pertumbuhan Populasi Bakteri *Bacillus subtilis* dan *Bacillus licheniformis* untuk Probiotik Unggas. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya.
- Hatmanti. A. 2000. Pengenalan *Bacillus* spp. *Jurnal Oseana*. 25 (1) : 31-41.
- Hajoeningtjas, O. D. 2012. *Mikrobiologi Pertanian*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 198 hal.
- Hidayat, N., M. C. Padaga, dan S. Suhartini. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Andi. Yogyakarta. 198 hal.
- Idris E, DJ Iglesias, M Talon, and R Borriss. 2007. Tryptophan-dependent production of indole-3-acetic acid (IAA) affects level of plant growth promotion by *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42. *Molecular Plant Microbe Interaction*. 20, 619-626.
- Islamiati, A. dan E. Zulaika. 2015. Potensi *Azotobacter* sebagai Pelarut Fosfat. *Jurnal Saun dan Pomit*. 2 (1): 1-3.
- Januar, W., S. Khotimah dan A. Mulyadi. 2013. Kemampuan Isolat Bakteri Pendegradasi Lipid dari Instalasi Pengolahan Limbah Cair PPKS-XIII Ngabang Kabupaten Landak. *Jurnal Protobiont*. 2 (3): 136-140.
- Jatnika, W. A. L. Abadi dan L. Q. Aini 2013. Pengaruh Aplikasi *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. Terhadap Perkembangan Penyakit Bulai Yang Disebabkan Oleh Jamur Pathogen *Perenosclerospora maydis* Pada Tanaman Jagung. *Jurnal HPT*. 1 (4): 19-29.
- Jumari, A., W. A. Wibowo, Handayani, dan I. Ariyani. 2009. Pembuatan Etanol Dari Jambu Mete dengan Metode Fermentasi. *Ekuilibrium*., 7 (2): 48-54.
- Karpagam, T. and P. K., Nagalakshmi. 2014. Isolation and Characterization of Phosphate Solubilizing Microbes from Agriculture. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*. 3 (3): 601-614.
- Krynian, A. and N. Sandler 1983. *The Bacterial Spore*, vol 2. Academic Press, New York: 107 pp.
- Kusmiati, P. D. 2003. Kriopreservasi Bakteri Amilolitik *Escherichia coli* dengan Krioprotektan Berbeda. *BioSMART*. 5 (2): 21-24.

- Lempang, M. 2012. Pohon Aren dan Pemanfaatannya. *Teknis EBONI*. 9 (1): 37-54.
- Lisanti, E. 2015. Optimalisasi Produksi Sel *Rhizobium* dari Tumbuhan Leguminosa Lahan Gambut Sebagai *Biofertilizer*. *Skripsi*. Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Madigan, M. T., David, P., Clarck, David S., John, M. Matinko. 2011. *Brock Biology of Microorganism*. San Fransisco. Benjamin Cummings Publishing. 89 hal.
- Marista, E., S. Khotimat dan R. Linda. 2013. Bakteri Pelarut Fosfat Hasil Isolasi dari Tiga Jenis Tanah Rizosfer Tanaman Pisang Nipah (*Musa paradisiniaca* var. nipah) di Kota Singkawang. *Jurnal Protobiont*. 2 (2): 93-101.
- Muntamah, U. 2019. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri yang Bersimbiosis pada Akar Gulma disekitar Tanaman Nanas (*Ananas comusus* (L) Merr) di Lahan Gambut Simpang Ayam Bengkalis. *Skripsi*. Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Niola, E. dan N. Widhyastuti. 2002. Isolasi, Seleksi dan Optimasi Protease dari Beberapa Isolat Bakteri. *Bakteri Biologi*. 3(6): 467-473.
- Nourozian, J., H. R., Etebarian, & G. Khodakaramian. 2006. Biological Control of *Fusarium graminearum* on Wheat by Antagonistic Bacteria Songklanakarinn. *Journal of Science and Technology*. 3 (2): 29–38.
- Pspitasari, N. dan M. Sidik. 2009. Pengaruh Jenis Vitamin B dan Sumber Nitrogen dalam Peningkatan Kandungan Protein Kulit Ubi Kayu Melalui Proses Fermentasi. *Seminar Tugas Akhir S1 Teknik Kimia Universitas Diponegoro*. 1-8 hal.
- Pspita, F., D. Zul dan A. Khoiri. 2013. Potensi *Bacillus* sp. Asal Rizosfer Giam Siak Kecil Bukit Batu Sebagai *Rhizobacteria* Pemacu Pertumbuhan Dan Antifungsi Pada Pembibitan Kelapa Sawit. *Skripsi*. Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Riau. Program Studi Biologi FMIPA Universitas Riau.
- Raharjo, B. 2004. Penapisan Rhizobakteria Tanah Tembaga (Cu) dan Mampu Mensitesiskan IAA dari Rizosfer Kedelai (*Glicyne max* L.). *Tesis*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Rodriguez, H., R. Fraga, T. Gonzalez, and Y. Bashan. 2006. Genetic of Phosphate Solubilization and Its Potential Applications for Improving Plant Growth Promoting Bacteria. *Journal Plant Soil*. 1(2); 15-21.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Ruwandani, M. N., A. Rakhmawati dan E. Yulianti. 2014. Isolasi, Karakterisasi, dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat dari Guano di Gua Anjani, Jawa Tengah. *Jurnal Agroteknologi*. 2 (2) : 11-17.

Ruzima, F. 2018. Isolasi dan Karakterisasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dari Rizosfer Tanaman Durian (*Durio zibethinus* Murr.). *Skripsi*. Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.

Sabdaningsih, A., A. Budiharjo., dan E. Kudiyantini. 2013. Isolasi Dan Karakterisasi Morfologi Koloni Bakteri Asosiasi Alga Merah (*Rhodophyta*) dari Perairan Kutuh Bali. *Jurnal Biologi*. 2 (2) : 11-17.

Sadoma, M.T., El-Sayed, A.B.B., and El- Moghazy, S.M. 2011. Biological Control of Downy Mildew of Maize Caused by *Peronosclerospora sirghi* Under Environmentally Controlled Condition. *Journal of Applied and Natural Science*. 8(1): 279-283.

Sadhu, S., Saha, P., Sen, S.K., Mayilraj, S., and Miti, T. 2013. Production, Purificaton and Characterization of Novel Thermotolerant Endoglucanase (CMCase) from *Bacillus* Strain Isolated from Cow Dung. *Springerplus Jurnal*. 2 (1): 2-10.

Shehata, S. Fawzy. and A.M. Borollosy. 2015. Induction of Resistance Against Zuccini Yellow Mosaic Potyvirus and Growth Enhancement of Squash Plants Using Some Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Australian Journal of Basic and Applied Scienes*. 1(2): 174-182.

Simanungkalit, R. D. M. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor. 283 hal.

Sregar. A. Z., U.W. Suharsono., H. Akmal., Hadisunarso., Sulistijorini., N. Sukarno., A. Merdiyani., T.H. Widarto dan R.R.D. Perwitasari. 2008. *Biologi Pertanian*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta.

Soesanto, L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. PT. Rajawali Grafindo Persada. Jakarta. 680 hal.

Soesantoso, L., E. Mugiastuti, R. F., dan Rahayniati. 2011. Pemanfaatan Beberapa Kaldu Hewan Sebagai Bahan Formula Cair *Pseudomonas fluorescens* P60 Untuk Mengendalikan *Sclerotium Rolfsii* pada Tanaman Mentimun. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 25 (1): 7-17.

Soed. 2001. *Ethnobotany of Cold Desert Tribes of Lahoul-Spiti (N. W. Himalaya)*. New Delthi, Deep Publication. 125 hal.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Sumantha, R., A. J. Lintang dan R.A. Sabe. 2008. Karakteristik Protease Bakteri Termofil Mata Air Laut Panas Poso Sulawesi Tengah. *Penelitian Perikanan*. 11(2): 156-162.
- Sumarsih, S. 2003. *Mikrobiologi Dasar*. Diktat Kuliah. Yogyakarta: UPN Veteran. 116 hal.
- Suprihatin. 2010. *Teknologi Fermentasi*. UNESA University Press. 43 hal.
- Supriadi. (2006). Analisis Resiko Agens Hayati untuk Pengendalian Patogen Pada Tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian*. 25 (3): 23-29.
- Sutanto, R. 2002. *Penerapan Pertanian Organik*. Kanisius. Yogyakarta. 219 hal.
- Sutariati, G. A. K, dan Wahab. A. 2012. Karakter Fisiologis dan Kemangkusan *Rizobakteri Indigenus* Sulawesi Tenggara sebagai Pemicu Pertumbuhan Tanaman Cabai. *Jurnal Hortikultura*. 22 (1): 57-64.
- Tinendung, R. F. Puspita., S. Yoseva. 2014. Uji Formulasi *Bacillus* Sp. Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *JOM Faperta*. 1 (2) : 125-132.
- Trismilah dan B. Wahyuntari. 2009. Pemanfaatan Berbagai Jenis Pati Sebagai Sumber Karbon Untuk Produksi α -Amilase Ekstraseluler *Bacillus* sp SW2. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 11 (3): 169-174.
- Wang, S.L., and Chang, W.T. 1998. Purification and Characterization of Two Bifungsional Chitinases/Lysizymes Extracelullerly Produced by *Pseudomonas aeruginosa* K-187 an Srimph and Crab Shell Powder Medium, Appl. And Environ. *Microbial*. 63 (2): 380-386.
- Wibowo, M. S. 2012. *Pertumbuhan dan Kontrol Bakteri*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 79 hal.
- Widawati, S. 2012. Aktivitas Enzim Pelarut Fosfat dan Efektivitas Mikroba Asal Wamena untuk Menunjang Pertanian Ramah Lingkungan pada Daerah Marginal. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 11(3): 481-491.
- Widawati, S. dan Suliasih, 2006, Populasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) di Cikaniki, Gunung Botol, dan Ciptarasa, serta Kemampuannya Melarutkan P Terikat di Media Pikovskaya Padat. *Biodiversitas*. 7 (2): 109-113.
- Widjaja, T. dan S. Lindu. Pengaruh Perbandingan Nutrisi Terhadap Pengelolaan Minyak Secara Biologis dan Bakteri Mixed Culture. *Jurnal Teknik Indonesia*. 6 (2): 755-762.

Lampiran 1. Hasil Pengukuran Indeks Kelarutan Fosfat dan Uji Daya Hambat

Tabel Hasil Pengukuran Indeks Kelarutan Fosfat

Isolat	Diameter Total (mm)	Diameter Koloni (mm)	Nilai IKF (mm)
<i>Bacillus</i> sebelum perlakuan	12 13 13 11	7 8 7,5 7	1,71 1,62 1,73 1,57
<i>Bacillus</i> setelah perlakuan	12 14 13 15	6 7 7,5 8	2 2 1,73 1,87

Tabel Hasil Pengukuran Uji Daya Hambat

Isolat	R1 (cm)	R2 (cm)	Daya Hambat (%)
<i>Bacillus</i> sebelum perlakuan	1 1,3	0,8 0,9	20 31
<i>Bacillus</i> setelah perlakuan	1,7 2,1	1,3 1	23 52

Tabel Nilai Gizi dari Berbagai Jenis Gula Setiap 100 g

Komposisi (mg)	Gula Pasir	Gula Aren	Gula Kelapa
Kalori	364,0	386,0	386,0
Protein	0,0	3,0	1,0
Lemak	0,0	10,0	6,0
hidrat arang	94,0	95,5	76,0
Kalsium	5,0	75,0	76,0
Fosfor	1,0	37,0	35,0
Besi	0,1	3,0	2,6
Air	5,4	9,0	10,0

Sumber: Utami, 2008

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran 2. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian

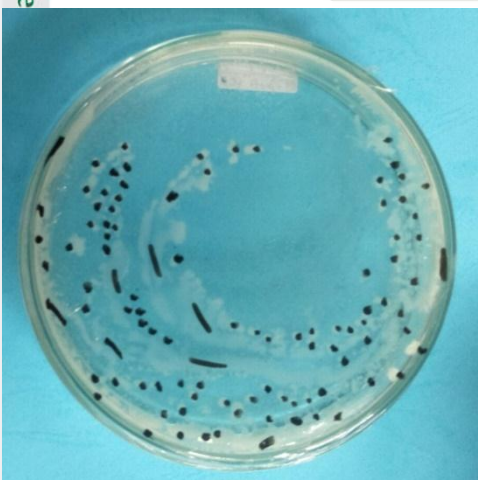
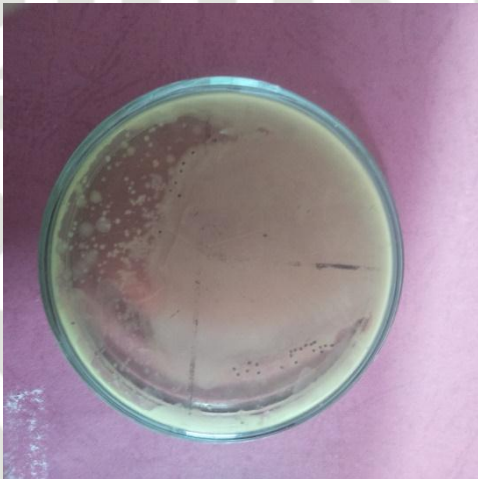
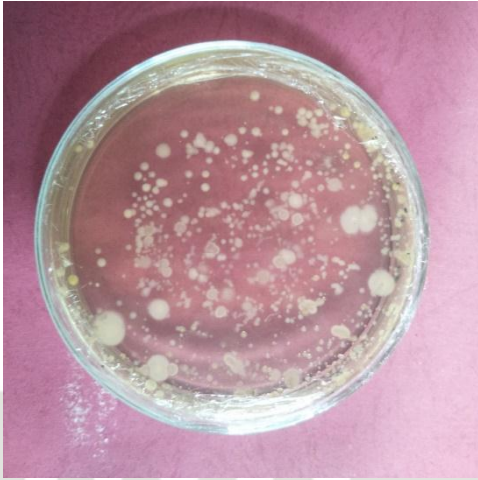
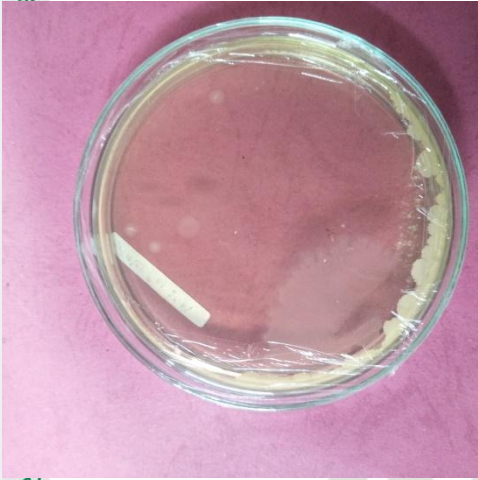
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Lampiran 3. Koloni Bakteri *Bacillus* sp.

© He



Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

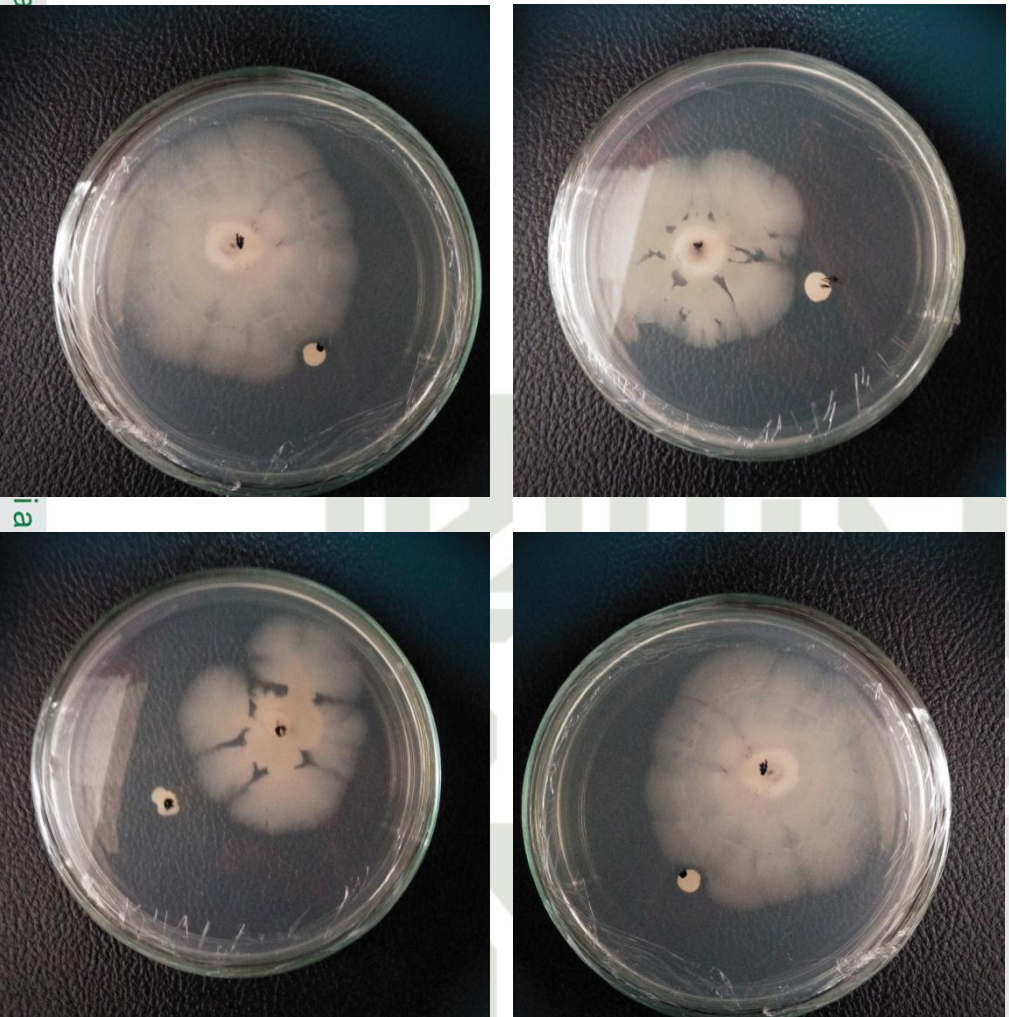
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran 4. Uji Agen Biokontrol

© Ha

ia

Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.